

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 501 234 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92102374.3**

(51) Int. Cl.⁵: **G01L 7/02, G01L 9/00**

(22) Anmeldetag: **13.02.92**

(30) Priorität: **28.02.91 DE 4106444**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.09.92 Patentblatt 92/36

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(71) Anmelder: **Fresenius AG**
Gluckensteinweg 5
W-6380 Bad Homburg v.d.H.(DE)

(72) Erfinder: **Steinbach, Bernd, Dr.**
Am Elisabethenbrunnen 1
W-6380 Bad Homburg(DE)
Erfinder: **Flaig, Hans-Jürgen, Dr.**
Kantstrasse 11
W-6420 Lauterbach(DE)

(74) Vertreter: **Dr. Fuchs, Dr. Luderschmidt**
Dipl.-Phys. Seids, Dr. Mehler Patentanwälte
Abraham-Lincoln-Strasse 7, Postfach 4660
W-6200 Wiesbaden(DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Messung eines Innendrucks in einem Schlauch.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung eines Innendrucks in einem Schlauch (1). Um die Meßgenauigkeit, welche durch ein Kriechen des Schlauchmaterials auftritt, bei einem Meßverfahren zu eliminieren, bei welchem der Schlauch (1) zu einem im wesentlichen ovalen Querschnitt vorgespannt und Änderungen der Vorspannkraft in Abhängigkeit vom Innendruck des Schlauches gemessen werden, ist vorgesehen, daß der Schlauch (1) vor Durchführung der Druckmessung über einen längeren Zeitraum verformend vorgespannt wird.

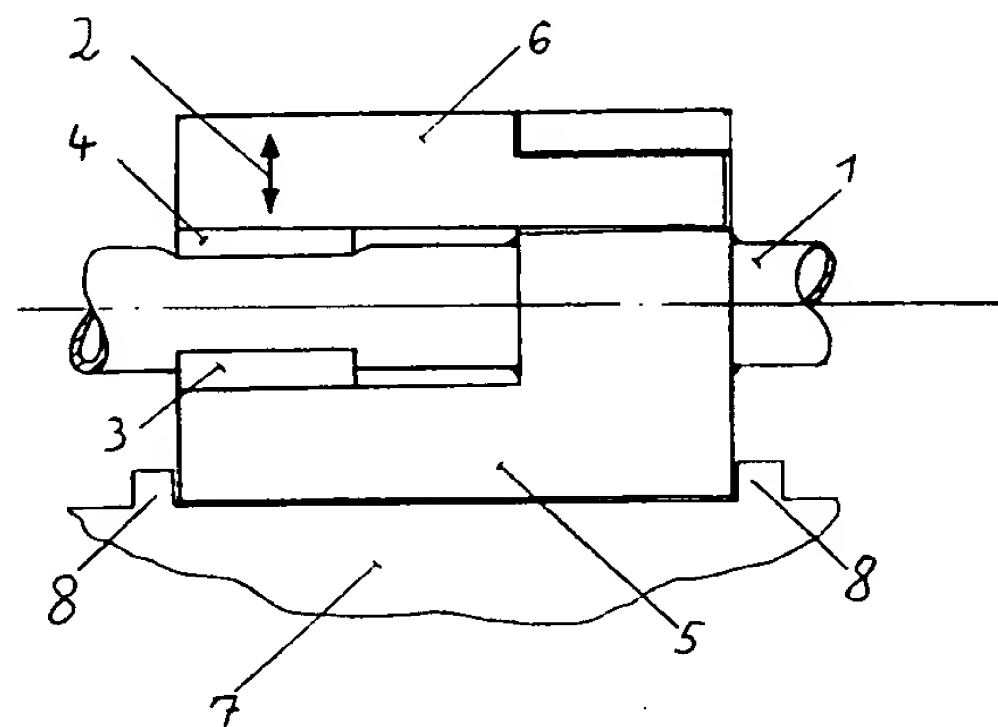


Fig. 1

EP 0 501 234 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung eines Innendrucks in einem Schlauch und im speziellen auf ein Verfahren, bei welchem der Schlauch mit einer vorgegebenen Vorspannkraft senkrecht zur Schlauchachse den Schlauch verformend vorgespannt wird und Änderungen des Innendrucks durch Änderungen der Vorspannkraft bestimmt werden.

Bei vielen medizinischen Anwendungszwecken ist es erforderlich, den Druck in einem durchströmten Schlauch zu ermitteln. Das durch den Schlauch strömende Medium kann dabei beispielsweise Blut sein, in anderen Anwendungsfällen ist es jedoch auch möglich, daß der Druck einer sonstigen Flüssigkeit wie beispielsweise Dialysierflüssigkeit, einer mit Medikamenten versehenen Flüssigkeit oder einer Nährlösung bestimmt werden muß.

Insbesondere bei einem extrakorporalen Blutkreislauf eines Dialysegerätes ist es aus Sicherheitsgründen erforderlich, den Druck in dem System zu überwachen. Üblicherweise reicht auf der arteriellen Seite im einfachsten Fall ein sogenannter Druck-Kissenschalter aus, während auf der venösen Seite eine hohe Anzeigegenauigkeit erforderlich ist. Ein typischer Wert für den Meßbereich beträgt 0 bis + 40 kPa (0 bis 300 mm Hg). Die Auslösewerte liegen beispielsweise bei + / - kPa (7,5 mm Hg).

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, zur Druckmessung in einem Schlauch mittels eines T-Stückes eine Stichleitung an dem Schlauch anzuschließen, welche zum Teil mit Luft gefüllt ist. Am freien Ende der Druck-Stichleitung ist ein Hydrophobfilter vorgesehen, um Kontaminationen zu vermeiden. Das Schlauchende ist weiterhin üblicherweise mittels einer genormten Luer-Lock-Kupplung mit einem Drucksensor gekoppelt. Daraus ergibt sich der Nachteil, daß ein relativ aufwendiges Schlauchsystem mit dem T-Stück erforderlich ist, wobei weiterhin zusätzlich der Hydrophobfilter und der Luer-Lock-Adapter erforderlich sind. Weiterhin ist es für das Bedienungspersonal umständlich, das Schlauchsystem an den Drucksensor bzw. Monitor anzuschließen. Insbesondere bei ungeübtem Personal besteht weiterhin die Gefahr, daß der arterielle und der venöse Drucksensor vertauscht werden, so daß das Steuerungssystem aufgrund falscher Datenvorgaben arbeitet. Ein weiterer, wesentlicher Nachteil dieser Ausgestaltungsform liegt darin, daß sich in der Stichleitung das Fluid, welches den Schlauch durchströmt, sammelt. Bei der Durchströmung der Stichleitung mit Blut besteht dabei die Gefahr, daß das Blut gerinnt, da in der Stichleitung im wesentlichen keine Strömung vorliegt.

Aus dem Stand der Technik sind weiterhin Druckschalter bekannt, welche an einem Schlauch

eines Infusionsgerätes angebracht sind. Derartige Druckschalter dienen jedoch wegen der großen Meßungenauigkeit nur als schaltendes, nicht jedoch als messendes Element. Eine Druckmessung ermöglicht aber eine Verfahrensüberwachung und -steuerung bei der Infusion von Flüssigkeiten.

Es sind weiterhin Druckmeßvorrichtungen vorgeschlagen worden, bei welchen der Schlauch von seinem runden Querschnitt in einen elliptischen Querschnitt verformt wird, wobei diese Verformung durch Aufbringen einer Vorspannkraft erfolgt. Druckänderungen im Inneren des Schlauches führen zu einer Veränderung der Vorspannkraft, welche gemessen und in Relation zu dem Innendruck in dem Schlauch gesetzt werden kann. Bei dieser vorgeschlagenen Vorgehensweise ist es ungünstig, daß das Kunststoffmaterial systembedingt zu Kriechvorgängen neigt, so daß bei einem längeren Meßvorgang, zusätzlich zu der Temperaturabhängigkeit, die den E-Modul des Kunststoffschlauches beeinflusst, ein Langzeit-Kriechen des Schlauchmaterials auftritt. Dies führt bei längerer Meßzeit zum Abfall der Einspannkraft bei gleichbleibendem Einspannweg und gleichbleibendem Innendruck in dem Schlauch. Das Langzeit-Kriechverhalten hängt u.a. von der Dimensionierung des Schlauches und von dem Kunststoffmaterial ab. Insbesondere bei PVC-Schläuchen, welche wegen ihres ökonomischen Vorteils besonders häufig bei medizinischen Schlauchanordnungen verwendet werden, ergeben sich Kriechwerte, welche in der Größenordnung des zu messenden Drucksignales liegen, so daß eine derartige Druckmessung vielfach nicht möglich ist.

Die US-Veröffentlichung J.SCI.INSTRUM., 1962, VOL. 39 S. 241 beschreibt ein Verfahren zum Aufspannen einer runden Meß-Membrane auf einen ringförmigen Halter. Um die Membrane schnell und frei von Falten u.ä. aufzuspannen, wird mittels eines Hilfswerkzeuges zunächst ein Gummiring übergestülpt, bevor der eigentliche Aufspannvorgang der Membrane durchgeführt wird.

Die DE-AS-1573631 beschreibt einen elektrischen Druckmeßwandler mit einem ringförmigen Gehäuse und einem Stempel, welcher zu dem Gehäuse einen Ringraum bildet. Um die auf das Gehäuse aufgesetzte Membrane so auszubilden, daß sie auch bei harten dynamischen Stößen Dauerbeanspruchungen standhält, ist vorgesehen, daß die Membrane im Bereich des Ringraumes Wölbungen aufweist, welche gegen den Mediumdruck nach außen gerichtet sind. Diese Ausgestaltung der Wölbung führt dazu, daß die Membrane beim Betrieb des Druckmeßwandlers keinen Zugspannungen, sondern lediglich Druckspannungen ausgesetzt ist, wodurch sich ein wesentlich günstigeres Dauerverhalten ergibt.

Die DE-OS 3108669 zeigt einen Meßwertauf-

nehmer zur Messung mechanischer Größen als Hohlkörpern, beispielsweise Rohren. Das Rohr wird von einem bevorzugt mehrteiligen Gehäuse, welches dazu dient, eines oder mehrere Meßelemente gegen die Außenwandung des Rohres aufzulegen und mit ausreichender Anpreßkraft vorzuspannen, damit auf diese Weise Durchmesserschwankungen der Rohrleitung gemessen werden können. Es wird somit ein auf die Rohrleitung aufgelegtes, folienartiges Meßwertaufnehmer-System verwendet. Eine derartige Vorspannung ist bei dünnwandigen Schläuchen, wie sie auf dem Medizingebiet verwendet werden, nicht praktikabel, daß die benötigten Vorspannkräfte zu einer Deformierung und zu einem Verschluß des Schlauches führen würden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, leichter Handhabbarkeit eine zuverlässige Druckmessung auch bei Schläuchen ermöglichen, deren Material ein Kriechverhalten aufweist.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Schlauch vor Durchführung der Druckmessung über einen längeren Zeitraum verformend vorgespannt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch eine Reihe erheblicher Vorteile aus. Da der Druck bereits über einen langen Zeitraum vor Aufbringung des eigentlichen Prüfdruckes auf den Schlauch aufgebracht wird, kann das Langzeit-Kriechen des Schlauchmaterials bereits rechtzeitig einsetzen und ist somit im wesentlichen abgeschlossen, bis der eigentliche Meßvorgang stattfindet. Bei üblichen PVC-Schläuchen, welche im medizinischen Bereich verwendet werden, klingt der Kriechvorgang innerhalb weniger Stunden ab, so daß beispielsweise nach einer Einspannzeit von 5 Tagen nicht mehr mit einem Langzeit-Kriechen des Schlauchmaterials zu rechnen ist. Somit läßt sich diese Fehlerquelle der Messung durch das erfindungsgemäße Verfahren gänzlich eliminieren.

Da die Vorspannung des Schlauches bereits bei seiner Konfektionierung erfolgen kann, liegt zwischen der Fertigstellung des Schlauchsystemes und der Anwendung ein ausreichend langer Zeitraum für das Abklingen des Kriechens.

Als Vorteil ergibt sich somit, daß eine sehr genaue Druckmessung am Schlauch vorgenommen werden kann, ohne daß das Schlauchmaterial durch Kriechvorgänge Meßfehler herbeiführt. Im Vergleich zu bisher bekannten Systemen ergibt sich somit eine sehr einfache Handhabung des Schlauchsystemes, da weiterhin ein kostengünstiges PVC-Material verwendbar ist, sind die Gesamtkosten ausgesprochen niedrig. Im Vergleich zu den Meßverfahren, bei welchen ein Druck in einem Abzweig-

schlauch gemessen wird, besteht eine sehr günstige Strömungsführung, weiterhin wird jegliche Kontaminationsgefahr ausgeräumt.

In einer günstigen Ausgestaltung der Erfindung wird der Schlauch in gleicher Weise wie bei der nachfolgenden Messung über den längeren Zeitraum vorgespannt. Es erfolgt somit eine gleiche geometrische Verformung des Schlauches, so daß Änderungen in der Schlauchgeometrie zwischen dem Vorspannvorgang und dem eigentlichen Meßvorgang nicht auftreten. Weiterhin ist es besonders günstig, wenn die Endvorspannung die gleiche Druckbelastung ergibt, wie die Einspannung des Schlauches bei dem nachfolgenden Meßvorgang.

Günstig ist es weiterhin, wenn der Schlauch zumindest bis zum Abklingen des Langzeit-Kriechens vorgespannt wird, er kann jedoch auch über einen wesentlich längeren Zeitraum mit der Vorspannung beaufschlagt sein, da dies nicht zu weiteren Änderungen des Schlauchmaterials führt. Die Vorspannung muß bis kurz vor Beginn des Meßvorganges erhalten bleiben.

Erfindungsgemäß wird zumindest der zur Messung benötigte Teil des Schlauches vorgespannt, es ist jedoch auch möglich, einen größeren Schlauchbereich vorzuspannen und damit den Kriechvorgang auszusetzen.

Bezüglich der Vorrichtung ist zur Lösung der zugrundeliegenden Aufgabe vorgesehen, daß diese eine erste und eine zweite Backe umfaßt, mit Hilfe derer der Schlauch eingespannt werden kann. Die erste und zweite Backe weisen zueinander einen Abstand auf, welcher kleiner ist, als der unverformte Durchmesser des Schlauches, welcher jedoch im wesentlichen dem Abstand entspricht, welcher durch die beiden Meßbacken während des Meßvorganges aufgebracht wird. Es liegen somit erfindungsgemäß identische Vorspann-Belastungsverhältnisse vor, wie bei dem eigentlichen Meßvorgang, so daß der Schlauch in gleicher Weise verformt und in seinem Querschnitt verändert wird.

Um die Vorspannvorrichtung bereits während der Herstellung der Schlauchanordnung an der entsprechenden Stelle an dem Schlauch anbringen zu können, ist es besonders günstig, wenn die erste und die zweite Backe mittels eines Trägers gelagert sind, welcher fest an dem Schlauch vorgesehen ist. Zur nachfolgenden Durchführung des Meßvorganges ist es dann lediglich erforderlich, die zweite oder die erste und die zweite Backe von dem entsprechenden Schlauchstück zu entfernen. Dies ist beispielsweise dadurch möglich, daß die erste und zweite Backe gegeneinander bewegbar am Träger gelagert sind. Es ist jedoch auch möglich, die erste und die zweite Backe einstückig miteinander auszubilden, so daß sich ein im wesentlichen Uförmiges Klemmelement ergibt, welches längsverschiebbar mittels des Trägers an

dem Schlauch gelagert ist. Das Klemmelement kann somit zur Durchführung der eigentlichen Druckmessung längs des Schlauches verschoben werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine stirnseitige Ansicht des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3 eine Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 4 eine stirnseitige Ansicht, auf die in Fig. 3 linke Seite des in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiels.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt gemäß dem in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel eine erste Backe 3 und eine zweite Backe 4, welche zueinander einen Freiraum aufweisen, in welchem ein Schlauch 1 so eingespannt ist, daß der Schlauch einen im wesentlichen elliptischen oder zusammengedrückten, nicht jedoch kreisförmigen Querschnitt aufweist. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Unterseite der zweiten Backe 4 in Form einer ebenen Fläche ausgebildet, während die erste Backe 3 eine teilkreisförmige Nut aufweist, in welche der Schlauch 1 eingelegt werden kann. Die durch die Doppelpfeile 2 dargestellte Vorspannkraft belastet die erste und die zweite Backe 3, 4 gegeneinander, so daß der Schlauch 1 verformt wird. Die erste Backe 3 ist, wie in Fig. 1 und 2 schematisch gezeigt, an einem Träger 5 gelagert, welcher fest mit dem Schlauch 1 verbunden ist, beispielsweise durch Verkleben. Der Träger 5 ist an ein Joch 6 abnehmbar angeordnet. Das Joch 6 trägt die Backe 4, so daß diese, wie durch den Vorspannkraft-Pfeil 2 gezeigt, senkrecht zu dem Schlauch 1 gegen diesen vorgespannt werden kann. Bei Durchführung der Messung ist es beispielsweise lediglich erforderlich, die zweite Backe 4 durch eine Meßbacke zu ersetzen. Alternativ hierzu kann jedoch auch die Meßvorrichtung zwischen die zweite Backe 4 und das Joch 6 eingebracht werden.

Die Positionierung und Fixierung des Schlauchs 1 in der Meßvorrichtung 7 erfolgt durch den am Schlauch 1 befestigten Träger 5, der in die Befestigungen 8 an der Meßvorrichtung 7 eingreift.

Das zweite, in den Fig. 3 und 4 gezeigte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1 und 2 dadurch, daß die erste und zweite Backe 3, 4 einstückig miteinander verbunden sind und ein im wesentlichen U-förmiges Vorspannelement bilden, so wie dies in Fig. 4 gezeigt ist. Das Vorspannelement ist

über einen oder mehrere Bolzen 8, welche in den oder die Nuten 9 des Trägers 5 verschiebbar geführt sind, in Längsrichtung des Schlauches 1 verschiebbar. In Fig. 3 zeigt die gestrichelte Darstellung beispielsweise den Vorspannzustand der ersten und zweiten Backe 3, 4, während mit der ausgezogenen Linie ein zurückgeschobener Zustand der ersten und zweiten Backe dargestellt ist, so daß ein Schlauchbereich 10 zur Druckmessung freigegeben wird, um an diesem Schlauchbereich die Druckmeßbacken anzuordnen. Die Positionierung und Fixierung der Meßvorrichtung 7 am Schlauch 1 erfolgt durch den fest am Schlauch befestigten Träger 5.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann somit in sehr einfacher Weise bereits bei der Konfektionierung des Schlauches an diesem angebracht werden und verbleibt an dem Schlauch, bis der eigentliche Meßvorgang beginnt.

Die Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr ergeben sich für den Fachmann im Rahmen der Erfindung vielfältige Abwandlungs- und Modifikationsmöglichkeiten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung eines Innendrucks in einem Schlauch, bei welchem der Schlauch (1) mit einer vorgegebenen Vorspannkraft senkrecht zur Schlauchachse den Schlauch (1) verformend vorgespannt wird und Änderungen des Innendrucks durch Änderungen der Vorspannkraft bestimmt werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (1) vor Durchführung der Druckmessung über einen längeren Zeitraum verformend vorgespannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (1) in gleicher Weise wie bei der nachfolgenden Messung über den längeren Zeitraum vorgespannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (1) zumindest bis zum Abklingen des Langzeit-Kriechens vor der Messung vorgespannt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der zur Messung benötigte Teil des Schlauches (1) vorgespannt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (1) mit der gleichen Druckbelastung bei dem Meßvorgang vorgespannt wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine erste (3) und eine zweite (4) Backe, welche in einen gegenseitigen Abstand bringbar sind, welcher kleiner ist, als der unverformte Durchmesser des Schlauches (1). 5
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (3) und die zweite (4) Backe gegeneinander bewegbar an einem am Schlauch (1) gelagerten Träger angeordnet sind. 10
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (3) und die zweite (4) Backe einstückig miteinander verbunden und an einem am Schlauch (1) gelagerten Träger (5) längs des Schlauches (1) verschiebbar angeordnet sind. 15
9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorspannelement, bestehend aus den Backen 3 und 4, über einen oder mehrere Bolzen 8 in einer oder mehrerer Nuten 9 im Träger 5 geführt wird. 20 25
10. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger 5 zur Positionierung des Schlauchs 1 an der Meßvorrichtung 7 dient. 30

35

40

45

50

55

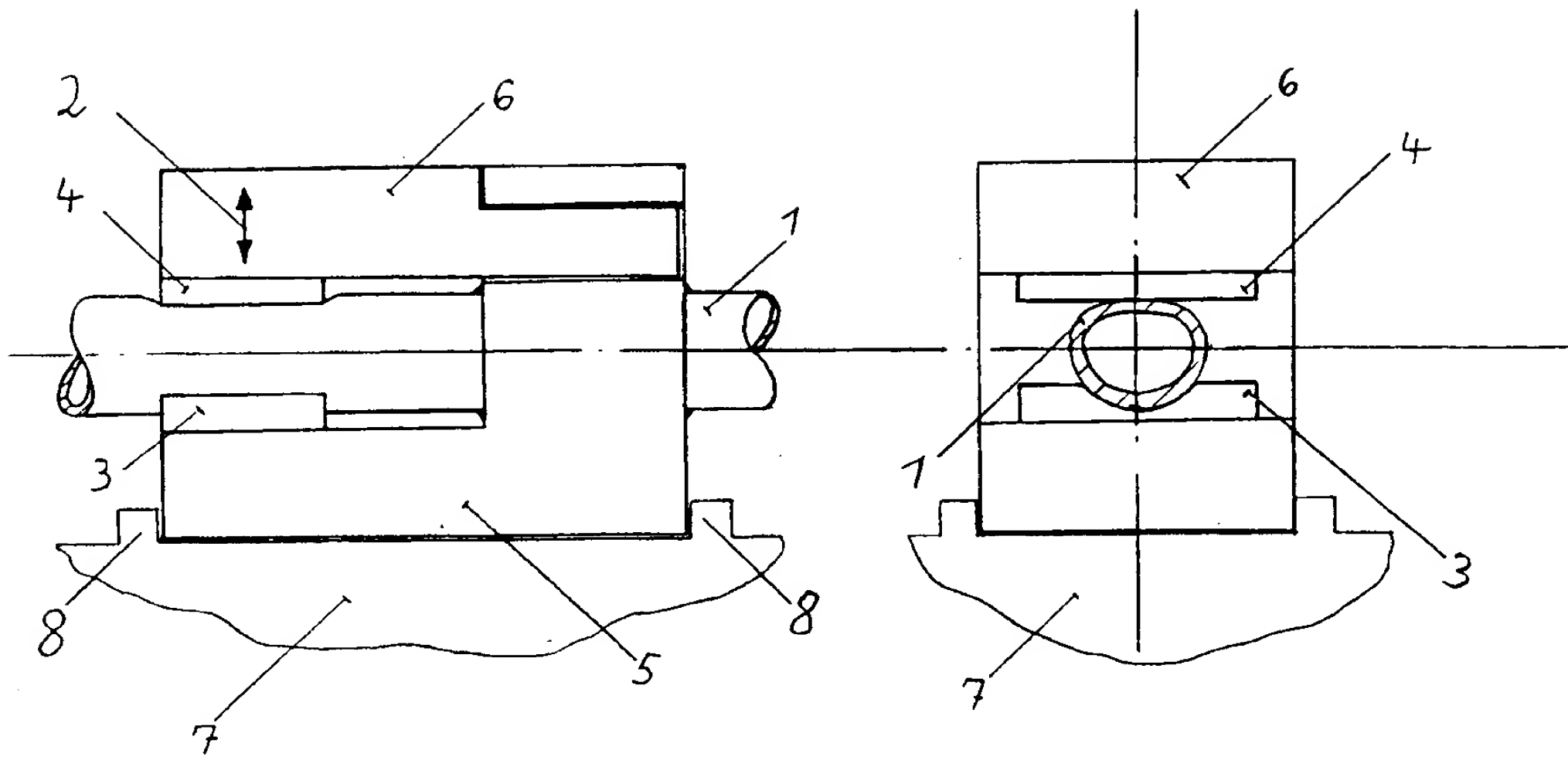


Fig. 1

Fig. 2

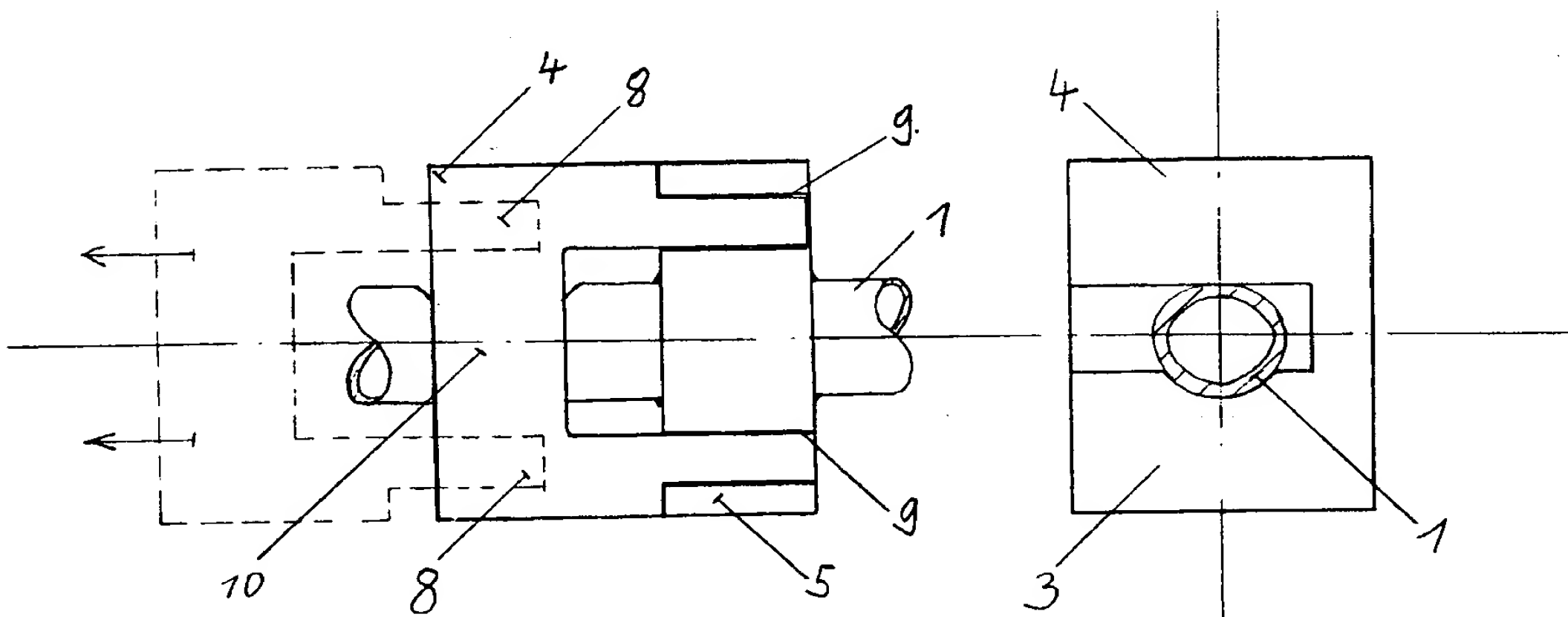


Fig. 3

Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 92102374.3
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (In CI ¹)
X	<u>DE - C - 3 838 689</u> (FRESENIUS) * Spalte 3, Zeilen 34-47; Spalte 4, Zeile 61 - Spalte 5, Zeile 10; Fig. 1,2 *	1,2,4, 5	G 01 L 7/02 G 01 L 9/00
Y	--	6-8	
Y	<u>GB - A - 2 198 239</u> (FORD) * Fig. 1-5 *	6-8	
A	<u>EP - A - 0 401 524</u> (BRAUN MELSUNGEN AG) * Fig. 1 *	1,6-9	
A	<u>EP - A - 0 335 385</u> (NIKKISO) * Fig. 2-4; Zusammenfassung *	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (In CI ¹)
			G 01 L 7/00 G 01 L 9/00 A 61 M 5/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 26-05-1992	Prüfer BURGHARDT
<div><div><p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p><p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p><p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p><p>A : technologischer Hintergrund</p><p>O : mündliche Offenbarung</p><p>P : Zwischenliteratur</p><p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p></div><div><p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p><p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p><p>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p><p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p></div></div>			

EPA Form 1503 03/62

THIS PAGE BLANK (USPTO)